

PCT/JP2004/017918  
03.12.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年 1 2 月    9 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 4 1 0 7 0 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 4 1 0 7 0 0 ]

出      願      人                      信越化学工業株式会社  
Applicant(s):

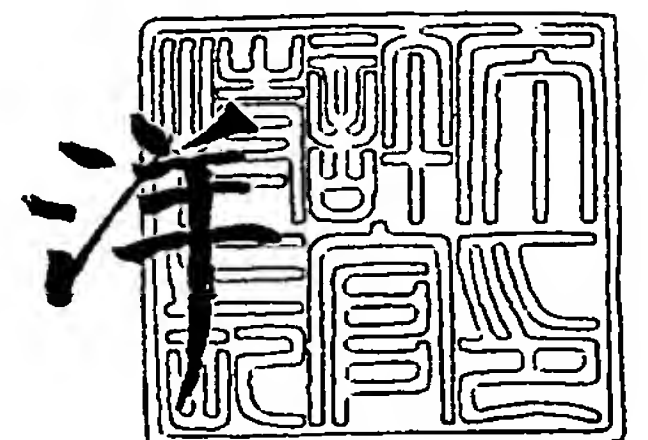
PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 04 JAN 2005  
WIPO                      POT

2 0 0 4 年    9 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 3 8 0 9

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2003-0249  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 C03B 8/04  
C03B 37/018  
G02B 6/00

【発明者】  
【住所又は居所】 茨城県鹿島郡神栖町大字東和田 1 番地 信越化学工業株式会社  
精密機能材料研究所内  
【氏名】 鈴木 真二

【発明者】  
【住所又は居所】 茨城県鹿島郡神栖町大字東和田 1 番地 信越化学工業株式会社  
精密機能材料研究所内  
【氏名】 山村 和市

【特許出願人】  
【識別番号】 000002060  
【氏名又は名称】 信越化学工業株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100093735  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 荒井 鐘司

【選任した代理人】  
【識別番号】 100105429  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 河野 尚孝

【選任した代理人】  
【識別番号】 100108143  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 嶋崎 英一郎

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 172293  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0006623

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

光ファイバ母材の両端を把持手段で把持し、該把持手段間で加熱手段を相対的に移動させながら、一端又は両端の把持手段を引張方向に移動させることによって所望の外径に延伸する光ファイバ母材の延伸方法であって、光ファイバ母材の長手方向位置  $X$  での外径を  $D(x)$ 、最大径を  $D_{\max}$  とするとき、光ファイバ母材に対する加熱手段の相対的な移動速度を、延伸前外径比  $[D_{\max}/D(x)]^n$  (式中、 $n$  は 2 ～ 3 の範囲内とされる) に比例させて変化させることを特徴とする光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 2】

光ファイバ母材の長手方向位置  $X$  における把持手段の移動速度は、 $D_{\max}$  部分が延伸可能な把持手段の移動速度に、延伸前外径比  $[D_{\max}/D(x)]^n$  (式中、 $n$  は 2 ～ 3 の範囲内とされる) を比例させた移動速度が上限値とされ、該上限値を超えないように加熱手段の移動速度が制御される請求項 1 に記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 3】

$D_{\max}$  部分が延伸可能な把持手段の移動速度を、 $D_{\max}$  が延伸目標径  $D_t$  に  $0.5 \leq (D_t/D_{\max})^2 \leq 0.99$  の範囲内で減ずるように延伸する場合の移動速度とする請求項 1 又は 2 に記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 4】

延伸に先立ち、光ファイバ母材の外径をその長手方向にわたって測定し、その外径データに基づいて、加熱手段の相対的移動速度および把持手段の移動速度を変化させて目標径に延伸する請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 5】

把持手段の移動速度を、加熱手段の相対的移動速度及び光ファイバ母材の径  $D(x)$  と延伸目標径  $D_t$  との比に基づいて制御する請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 6】

加熱手段として加熱バーナーを備え、該加熱バーナー火口の中心線と母材の中心線とが垂直に交わる点が、延伸によって母材の径が変化する延伸直前位置から加熱バーナーの移動方向に、0 から 50 mm の範囲でオフセットしたところにくるように配置されている請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 7】

加熱手段が、支燃性ガスに酸素、可燃性ガスに水素を使用するバーナー火炎である請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 8】

加熱手段が、支燃性ガスに酸素、可燃性ガスに水素またはプロパンガスを使用するバーナー火炎である請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 9】

加熱手段が、電気抵抗加熱炉である請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の光ファイバ母材の延伸方法。

## 【請求項 10】

光ファイバ母材の両端を把持手段で把持し、相対的に加熱手段を移動させながら、一端又は両端の把持手段を移動させることによって所望の外径に延伸する光ファイバ母材の延伸装置であって、光ファイバ母材の長手方向の外径を測定する外径測定手段と、該測定値に基づいて加熱手段の相対的な移動速度及び一端又は両端の把持手段の移動速度を演算して求め、これに基づいて、加熱手段の移動手段及び引張手段を制御する演算制御部とを備えていることを特徴とする光ファイバ母材の延伸装置。

## 【請求項 11】

加熱手段として加熱バーナーを備え、該加熱バーナー火口の中心線と母材の中心線とが垂直に交わる点が、延伸によって母材の径が変化する延伸直前位置から加熱バーナーの移動方向に、0 から 50 mm の範囲でオフセットしたところにくるように加熱バーナーが配置さ

れている請求項 1 0 に記載の光ファイバ母材の延伸装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ母材の延伸方法及び装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、光ファイバ母材を加熱軟化させて所望の外径になるように延伸する光ファイバ母材の延伸方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、光ファイバ及びその母材である光ファイバ母材の生産性を向上するために、光ファイバ母材が大型化されており、そのため母材を所望の外径に引き延ばす延伸加工において、延伸精度を高めることが困難となってきた。

したがって、光ファイバ母材（出発母材）を延伸して得られる延伸母材の外径の精度を高くすることが求められている。

【0 0 0 3】

光ファイバ母材の延伸加工は、母材を加熱手段によって加熱軟化させ、所望の外径となるように引き延ばすことによって行われる。

また、出発母材を加熱軟化させる加熱手段としては、酸素、水素、メタンなどを燃料ガスとした加熱バーナー火炎や、抵抗加熱ヒータ等を用いた電気炉などが用いられる。

特に、光ファイバ母材が大型化してその外径が100mmを超えるようになると、加熱バーナー火炎での加熱による延伸は困難であり、そのような大型の光ファイバ母材を加工する場合、通常、抵抗加熱ヒータ等を用いた電気炉によって母材の延伸が行われる。

【0 0 0 4】

しかし、電気炉加熱による延伸ではヒートゾーンが大きくなってしまいうため、延伸精度を向上させるには限界がある。特に出発母材が大きくなればなるほどヒートゾーンは大きくなり、さらに延伸精度が下がる。

このように電気炉加熱によって延伸したものは長手方向への径の変動が大きいいため、最終の線引き工程で差し障りがないように、次工程で小型の加熱手段を用いて、例えば、小型加熱バーナーによる酸素、水素、メタンなどを燃料ガスとした加熱バーナー火炎や小型の電気炉などを用いて仕上げ延伸加工がなされる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

上記したように、太径の出発母材を延伸したことによって生じた長手方向に径変動がある電気炉延伸母材などを、次工程で仕上げ延伸する場合、従来の延伸方法では、単位時間当たりの供給熱量を一定として、加熱手段を母材の長手方向に相対的に移動させながら延伸加工が行なわれるため、太径部では加熱が不十分になり設備に負荷がかかりすぎたり、ときには母材自体が破壊されることがあった。

特に径変動が大きな場合、最大径部分では、引張力が極端に大きくなる場合があり、設備を破損することがあった。

【0 0 0 6】

また、細径部では、必要以上に加熱がすすみ、径制御に悪影響を与える場合がある。そのため、従来、径変動の大きなものについては、NGとしており、歩留まりを低下させる要因となっていた。

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、光ファイバ母材の延伸精度を向上させ、かつその歩留まりを向上させる光ファイバ母材の延伸方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

本発明による光ファイバ母材の延伸方法は、光ファイバ母材の両端を把持手段で把持し、該把持手段間で加熱手段を相対的に移動させながら、一端又は両端の把持手段を引張方



向に移動させることによって所望の外径に延伸する光ファイバ母材の延伸方法であって、光ファイバ母材の長手方向位置 $X$ での外径を $D(x)$ 、最大径を $D_{max}$ とすると、光ファイバ母材に対する加熱手段の相対的な移動速度を、延伸前外径比（以下、単に外径比と称する） $[D_{max}/D(x)]^n$ （式中、 $n$ は2～3の範囲内とされる）に比例させて変化させることを特徴としている。

#### 【0008】

光ファイバ母材の長手方向位置 $X$ における把持手段の移動速度は、 $D_{max}$ 部分が延伸可能な把持手段の移動速度に、延伸前外径比 $[D_{max}/D(x)]^n$ （式中、 $n$ は2～3の範囲内とされる）を比例させた移動速度が上限値とされ、該上限値を超えないように加熱手段の移動速度は制御される。

なお、 $D_{max}$ 部分が延伸可能な把持手段の移動速度は、 $D_{max}$ が延伸目標径 $D_t$ に $0.5 \leq (D_t/D_{max})^2 \leq 0.99$ の範囲内で減るように延伸する場合の移動速度とされる。

#### 【0009】

延伸に先立ち、光ファイバ母材の外径をその長手方向にわたって測定し、その外径データに基づいて、加熱手段の相対的移動速度および把持手段の移動速度を変化させることで、目標径に延伸される。

把持手段の移動速度は、加熱手段の相対的移動速度及び光ファイバ母材の径 $D(x)$ と延伸目標径 $D_t$ との比に基づいて制御される。

#### 【0010】

加熱手段として加熱バーナーを備え、該加熱バーナーは、バーナー火口の中心線と母材の中心線とが垂直に交わる点が、延伸によって母材の径が変化する延伸直前位置から加熱バーナーの移動方向に、0から50mmの範囲でオフセットしたところにくるように配置されている。

加熱手段は、支燃性ガスに酸素、可燃性ガスに水素を使用するバーナー火炎であっても、支燃性ガスに酸素、可燃性ガスに水素またはプロパンガスを使用するバーナー火炎であってもよい。また、電気抵抗加熱炉であってもよく、誘導加熱炉であってもよい。

#### 【0011】

本発明の光ファイバ母材の延伸装置は、光ファイバ母材の両端を把持手段で把持し、相対的に加熱手段を移動させながら、一端又は両端の把持手段を移動させることによって所望の外径に延伸する光ファイバ母材の延伸装置であって、光ファイバ母材の長手方向の外径を測定する外径測定手段と、該測定値に基づいて加熱手段の相対的な移動速度及び一端又は両端の把持手段の移動速度を演算して求め、これに基づいて、加熱バーナーの移動手段及び引張手段を制御する演算制御部とを備えていることを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

本発明による光ファイバ母材の延伸方法及び装置によれば、加熱手段の相対的な移動速度を、基準速度に対して、延伸に先だって測定した母材の外径比 $[D_{max}/D(x)]$ の2乗から3乗の範囲内で比例させて変化させることにより、太径部においては、加熱手段の移動速度を低速として軟化させるために十分な熱量を与えることが可能になり、また、細径部においては、加熱手段の移動速度が高速になり、必要以上に加熱するのを避けることができ、精密に所望の径に延伸することができる。さらに延伸加工に要する時間は短縮され、ガスの消費量が減り、コスト低減に寄与する。

さらに、設備に負荷をかけることなく延伸することが可能となるため、従来NGとしていた母材についても延伸が可能となり、歩留まりを向上させることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

以下、本発明による光ファイバ母材の延伸方法及び装置の好適な実施形態について、図を用いて詳細に説明する。

図1は、本発明による光ファイバ母材の延伸装置の一実施形態を概略的に示す構成図で

ある。光ファイバ母材 1 は、その一端が固定式スクロールチャック（以下、固定チャックと称する）2 で把持され、他端は移動式スクロールチャック（以下、移動チャックと称する）3 で把持されている。光ファイバ母材 1 の延伸加工は、その外周を一方向からバーナー火炎によって加熱し、移動チャック 3 を引張方向に移動させて、熔融軟化した部分を引き延ばすことで行なわれる。

#### 【0014】

図 1 に示す延伸装置は、上記移動・延伸手段及び加熱手段に加えて、延伸加工を精密制御するために、母材の径を測定する外径測定手段 5 と、該測定値に基づいて加熱手段、例えば加熱バーナー 4 の相対的な移動速度及び延伸手段である移動チャック 3 の移動速度を演算して求め、これに基づいて、加熱バーナーの移動手段 6 及び引張手段 7 を制御する演算制御部 8 とを備えている。

#### 【0015】

光ファイバ母材 1 を支持している固定チャック 2 と移動チャック 3 は、同期回転するように設けられ、両チャック間を、加熱バーナー 4 がそのバーナー台駆動部（加熱バーナーの移動手段）6 によって左右に移動できるように構成され、加熱個所を随時移動させながら延伸が行なわれる。

延伸径の制御は、延伸する前に光ファイバ母材 1 の外径を長手方向に外形測定手段により、例えばレーザー外径測定機で測定し、その情報に基づいて加熱バーナー 4 と移動チャック 3 の移動速度が制御される。

#### 【0016】

なお、光ファイバ母材の延伸されつつある部分は、径が大きく変化しネック形状を呈する。このネック形状部において径変化率が最も大きくなる部分は、加熱バーナーの中心線位置から 100mm 程度離れた位置（加熱バーナーの移動方向とは逆側）に形成される。加熱バーナーの中心線位置は、延伸によって母材の径が変化する延伸直前位置から 50mm 程度加熱バーナーの移動方向にシフトしたところにある。

このように加熱バーナーによる加熱位置と延伸位置とは、光ファイバ母材の熱伝導率が小さいことにより、コア部まで十分に熱が伝達されるのに時間を要するため、必ずしも一致していない。

#### 【0017】

また、加熱バーナーの移動速度は、延伸前光ファイバ母材の最大外径値を基準にして、最大外径値と長手方向各部位での外径の外径比を求め、該外径比の 2 乗乃至 3 乗の範囲内に比例するように調整される。これは火炎強度を一定としたときに、延伸前光ファイバ母材径の長手方向の変動に対応させて、延伸部位に供給する熱量を調整するものであり、受熱部分の表面積比と体積比の変化を考慮したものである。

#### 【0018】

この方法を用いることで、延伸前光ファイバ母材の太径部では、加熱バーナーの移動速度が低速になり、十分に加熱することが可能となり、加熱不足による母材の破損や設備の損傷などを避けることができる。また、細径部においては、加熱バーナーの移動速度が高速になり、必要以上に加熱されることがなくなるので、延伸径の精密制御が可能となり、さらに加工時間の短縮、消費ガス量低減の効果が得られる。

#### 【0019】

さらに、あらかじめ最大径  $D_{max}$  部分がこれより 1～10mm 径が減るように延伸する場合のチャックの移動速度（母材の引張速度）を基準とし、延伸前光ファイバ母材の各部位  $D(x)$  における断面積比を考慮して、外径比  $[D_{max}/D(x)]^{2\sim 3}$  に比例させて、各部位  $D(x)$  における引張速度を変化させることにより、最大径  $D_{max}$  部分における延伸時の引張力を、径が  $0.5 \leq (D_t/D_{max})^2 \leq 0.99$  の範囲で減ずるように延伸する場合の引張力以下にすることで、延伸時の把持部すべりによる延伸不良や設備にかかる負荷を減らすことで、設備の破損を防ぐことができる。

#### 【0020】

光ファイバ母材の長手方向において、細径から太径へと、あるいはこの逆に太径から細

径へと径が一様に変化している母材を延伸する場合、径の小さい方の端を延伸開始端、つまり引張側とすることで、延伸初期の径のハンチングを小さくすることができ、さらに本発明の方法を用いることで、細径部から太径部へ加熱バーナーを移動させて行っても、各部位で延伸に必要な熱量を供給することができるため、加熱不足で延伸ができなくなるということはない。

さらに、本発明の延伸方法について、具体的に実施例を挙げて説明する。

#### 【実施例1】

##### 【0021】

延伸装置は、図1に示した装置を使用し、出発母材には、長手方向に $\phi 75 \sim \phi 96$ mmの範囲で径が変動している母材を使用した。加熱条件は、加熱バーナーへの供給ガスを水素ガス390

L (リットル) /min、酸素ガス160 L/minとして、加熱部分における最高表面温度が2100℃前後になるように加熱し、延伸開始端を外径 $\phi 85$ mmの部分とし、延伸目標径を $\phi 75$ mmとして延伸を行った。加熱バーナーの基準移動速度 $V_b$ は、経験的に6.9 mm/minとした。延伸結果を図3に示した。

##### 【0022】

加熱バーナーの移動速度 $V_b(x)$ は、その基準移動速度 $V_b$ を $[D_{max}/D(x)]$ の3乗に比例させて変化させ、移動チャックの移動速度 $V_t(x)$ を次式を用いて求めた。なお、 $D(x)$ は出発母材の長手方向位置 $X$ における外径であり、 $D_{max}$ は最大径、 $D_t$ は延伸目標外径である。

$$V_t(x) = V_b(x) \cdot [(D(x)/D_t)^2 - 1]$$

$$V_b(x) = V_b \cdot [D_{max}/D(x)]^3$$

##### 【0023】

一方、最大径部分を径で5mm減ずるように延伸する場合の引張速度を基準にして、延伸前光ファイバ母材の各部位においては、断面積比を考慮して、 $[D_{max}/D(x)]$ の2乗に比例させた引張速度を上限とする。

すなわち、 $V_t(x)$ が、次式、

$$V_b(x) \cdot [D_{max}^2/(D_{max}-5)^2 - 1] \cdot [D_{max}/D(x)]^2$$

より大きい場合については、次式

$$V_t(x) = V_b(x) \cdot [D_{max}^2/(D_{max}-5)^2 - 1] \cdot [D_{max}/D(x)]^2$$

$$V_b(x) = V_t(x) \cdot D_t^2 / [D(x)^2 - D_t^2]$$

が成立する。

##### 【0024】

そのときの加熱バーナーの移動速度 $V_b(x)$ と引張速度 $V_t(x)$ は、図4に示す通りであった。このとき延伸して得られた延伸母材（プリフォーム）は、外径変動幅が0.1mmと、長手方向にわたって極めて均一な外径に延伸されていることが確認された。従来、延伸初期に発生していた径のハンチングも、殆ど発生していなかったため、得られた延伸母材（プリフォーム）の全域を製品とすることができた。

実施例では加熱手段として酸素-水素ガスを用いた加熱バーナーを用いたが、プロパン、酸素ガスなどを用いた火炎バーナーや小型の電気炉などでも同様の効果が得られる。

##### 【0025】

また、加熱手段の移動速度を、図1に示した装置においては、外径比 $[D_{max}/D(x)]$ の2乗から3乗の範囲内に比例させて変化させたが、図2に示す装置のように、加熱手段を固定して、加熱部への母材の供給速度を、母材供給手段10を介して母材供給チャック9の移動速度を、演算制御部8により上記外径比の2乗から3乗の範囲内に比例させるようにしても同様の効果が得られる。

延伸径差が5.0mm $\phi$ 以下と小さい場合は、表面積比の影響は無視できるため、外径比の2乗で加熱手段を移動させても十分な精度の延伸が可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

##### 【0026】



精密に調整された外径を有するプリフォームをファイバ化工程に、低コストで提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】 本発明による延伸装置の一実施形態を示す概略図である。

【図2】 本発明による延伸装置の別の形態を示す概略図である。

【図3】 光ファイバ母材の延伸前後の外径を示すグラフである。

【図4】  $V_b(x)$  及び  $V_t(x)$  と、延伸前の母材外径との関係を示すグラフである。

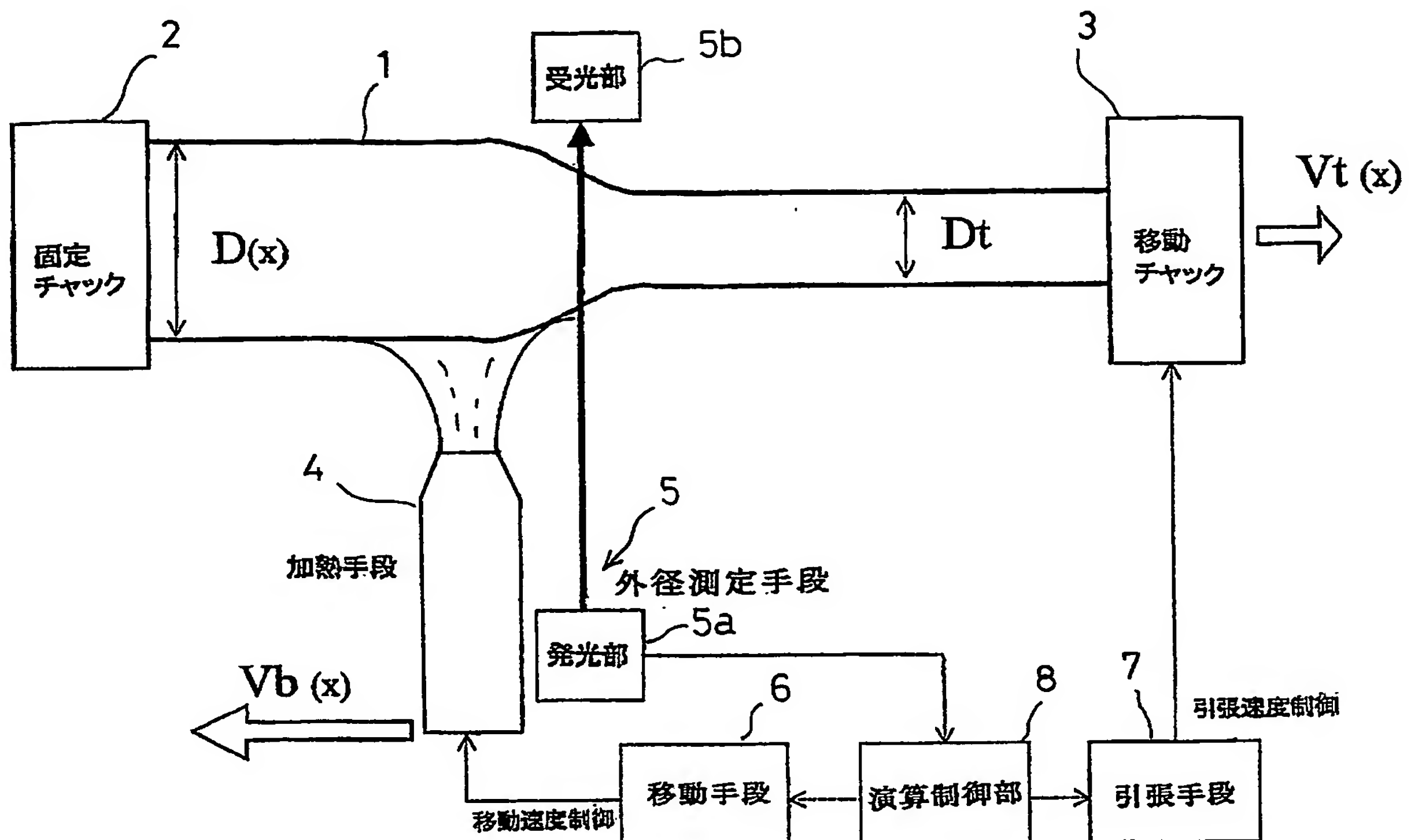
【符号の説明】

【0028】

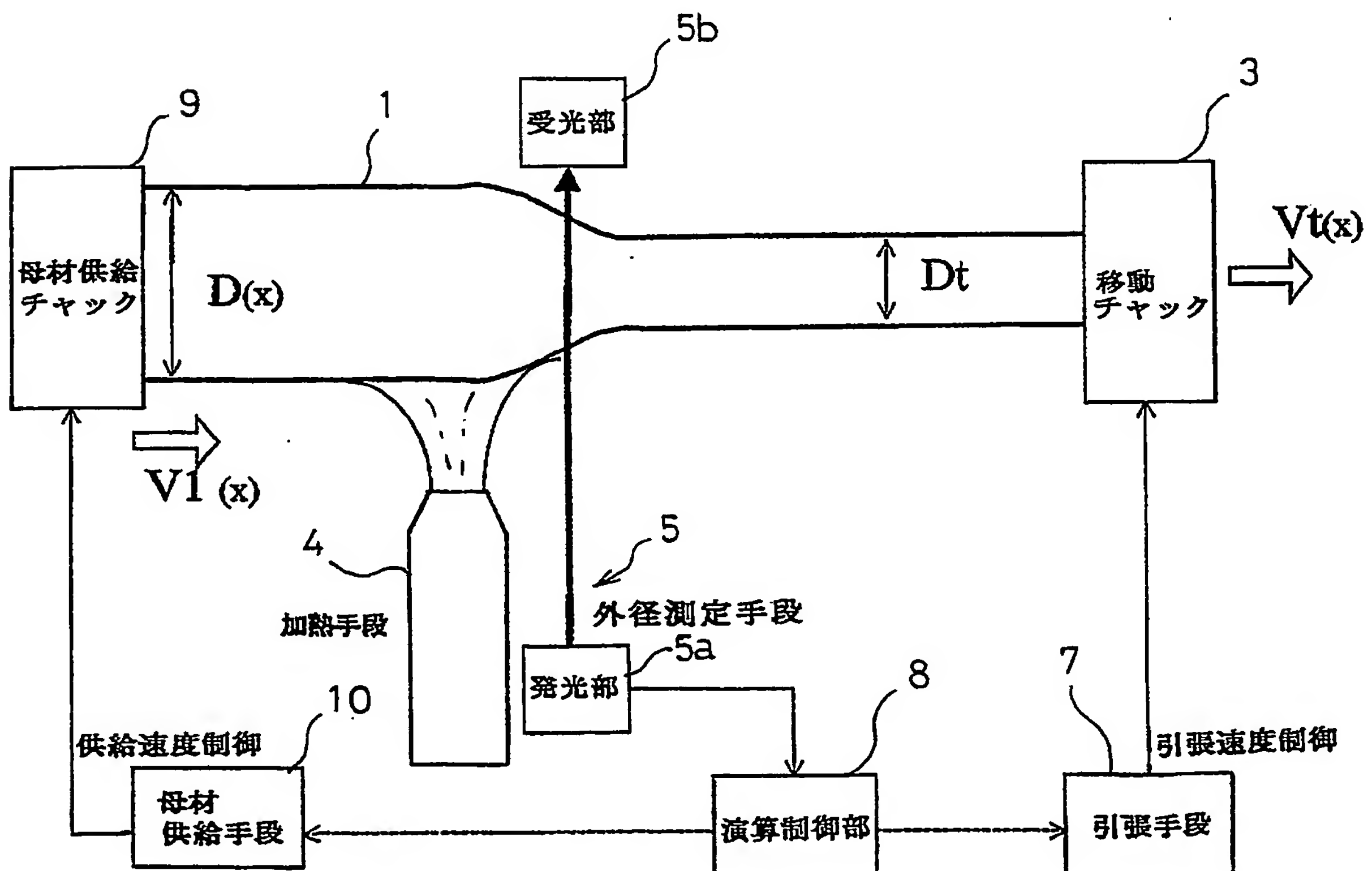
- 1 …… 光ファイバ母材、
- 2 …… 固定チャック、
- 3 …… 移動チャック、
- 4 …… 加熱バーナー、
- 5 …… 外径測定手段、
- 5 a …… 発光部、
- 5 b …… 受光部、
- 6 …… 加熱バーナーの移動手段、
- 7 …… 引張手段、
- 8 …… 演算制御部、
- 9 …… 母材供給チャック、
- 10 …… 母材供給手段。

【書類名】 図面

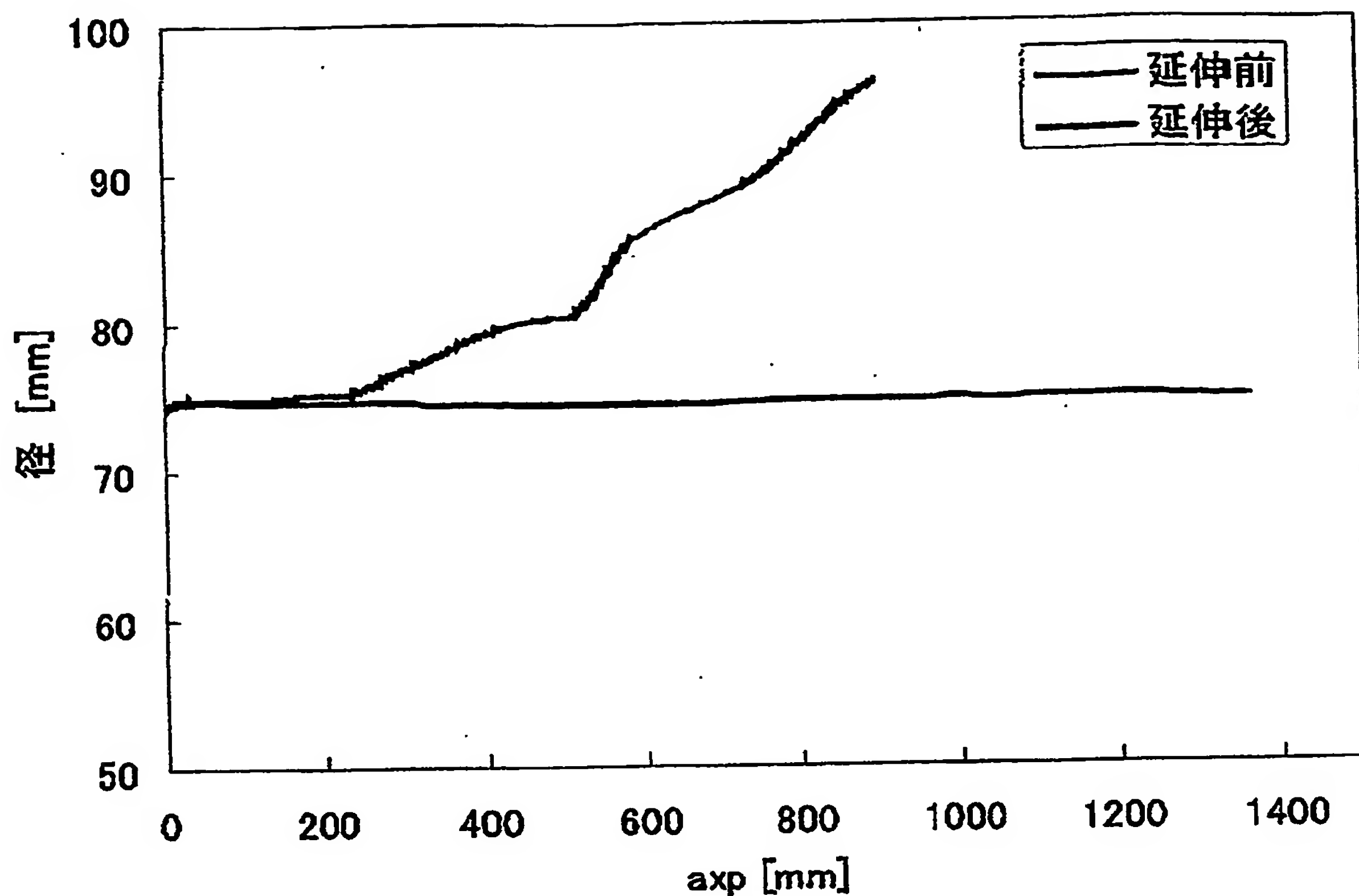
【図1】



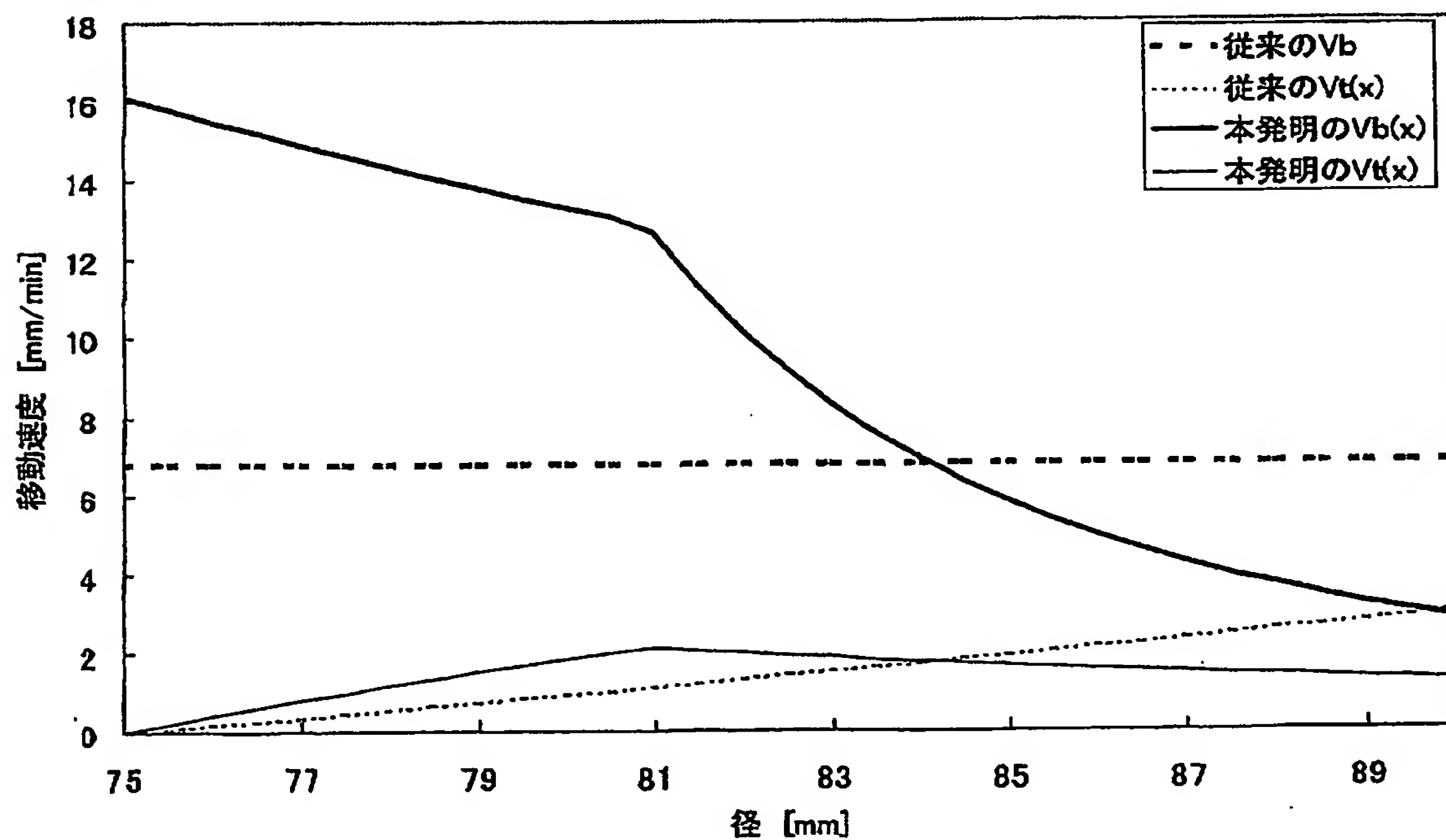
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ファイバ母材の延伸精度を向上させ、かつその歩留まりを向上させる光ファイバ母材の延伸方法及び装置を提供する。

【解決手段】 本発明による光ファイバ母材の延伸方法は、光ファイバ母材 1 の両端を把持手段 2, 3 で把持し、該把持手段間で加熱手段 4 を相対的に移動させながら、一端又は両端の把持手段 2, 3 を引張方向に移動させることによって所望の外径に延伸する光ファイバ母材 1 の延伸方法であって、光ファイバ母材 1 の長手方向位置  $x$  での外径を  $D(x)$ 、最大径を  $D_{max}$  とするとき、光ファイバ母材 1 に対する加熱手段 4 の相対的な移動速度を、延伸前外径比  $[D_{max}/D(x)]^n$  (式中、 $n$  は 2～3 の範囲内とされる) に比例させて変化させることを特徴としている。

【選択図】 図 1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 4 1 0 7 0 0
受付番号	5 0 3 0 2 0 2 8 0 1 8
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 1 2 月 1 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成 1 5 年 1 2 月 9 日
-------	--------------------

特願 2 0 0 3 - 4 1 0 7 0 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 0 6 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号

氏 名

信越化学工業株式会社